实蝇类昆虫的引诱剂和诱捕器

王艳平[1,2]，汪兴鉴[2]，张润志[1,2,*]，王玉玺[3]，王福祥[3]
（1. 农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室，北京 100101；2. 中国科学院动物研究所，北京 100101；
3. 全国农业技术推广服务中心检疫处，北京 100026）

摘要：实蝇科昆虫的许多种类是重要的入侵物种，在国际植物检疫领域具有重要地位。联合国粮农组织（FAO）和《国际植物保护公约（IPPC）》积极倡导国际合作实施对实蝇类害虫的有效控制，不断完善和出版实蝇控制技术手册并制定相关的国际植物检疫标准。引诱剂和诱捕器是实蝇类害虫监测、调查和防治中最重要的手段之一，被广泛采用。国际上普遍认可的实蝇诱剂主要包括蛋白质诱剂（PA）、甲基丁香酚（ME）、诱蝇酮（CUE）、乙酸铵诱剂（AA）、乙酸铵盐诱剂（AS）、TML 诱剂、已酸丁酯诱剂（BuH）、吡嗪诱剂（MVP）等，我国也研发了大量植物型和食物型诱剂。国际上常用实蝇诱捕器有 20 多种，依据捕获实蝇的不同方式分为干型诱捕器、湿型诱捕器和干湿综合型诱捕器 3 类。同时，我国利用各种塑料瓶研制了多种多样的诱捕器。本文对国际、国内实蝇诱剂和诱捕器等研究和利用情况进行了总结，提出我国在建设外向型水果非疫区的实蝇监测中应使用国际标准的诱剂和诱捕器，以便获得国际认可并促进我国优势农产品顺利进入国际市场，在研发诱剂和诱捕器时做到标准化并及时申请专利保护、推向国际市场以便获得国际有关标准的采用和认可。

关键词：双翅目；实蝇；诱剂；诱捕器；检疫
中图分类号：Q965.9 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296（2009）05-0699-08

Baits and traps of fruit flies

WANG Yan-Ping[1,2], WANG Xing-Jian [2], ZHANG Run-Zhi [1,2,*], WANG Yu-Xi [3], WANG Fu-Xiang [3] (1. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents in Agriculture, Beijing 100101, China; 2. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. National Agro-technical Extension and Service Center, Ministry of Agriculture, Beijing 100026, China)

Abstract: Many species in family Tephritidae are important quarantine pests worldwide. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the International Plant Protection Convention (IPPC) have actively proposed to implement the control of fruit flies by international cooperation and published control technique guidelines for the pest and related international standards of plant quarantine. As one of the major measures in monitoring, investigating and controlling the fruit flies, baits and traps are extensively adopted. Main baits commonly approved are protein attractants (PA), methyl eugenol (ME), cuelure (CUE), ammonium acetate (AA), ammonium salts (AS), trimedlure (TML), butyl hexanoate (BuH) and 2-methyl-vinyl-pyrazine (MVP). There are over twenty types of traps used worldwide for fruit flies, which are divided into three types: dry traps, wet traps and dry/wet traps based on ways of capturing the flies. Moreover, many traps are manufactured by various plastic bottles in China. This article summarized the research and application of baits and traps, and proposed that the international standard baits and traps should be used in the establishment of pest free areas (PRA) for fruit flies. Many Chinese bait and trap products require international approbation, which may help to promote our agro-production to enter the international markets. Design of baits and traps should be standardized and protected by patents to be suitable to international adoption.

Key words: Diptera; Tephritidae; bait; trap; quarantine

诱剂和诱捕器是监测、调查和防治实蝇科（Tephritidae）害虫的重要手段。世界各国包括我国

基金项目：农业部农作物病虫疫情监测与防治项目；国家自然科学基金项目（30525039）；科技部基础性工作专项（2006FY110500－3）
作者简介：王艳平，女，1980 年出生，河北三河市人，博士研究生，研究方向为入侵害虫风险分析与防治技术，E-mail：wangyp@ioz.ac.cn
* 通讯作者 Author for correspondence，E-mail：zhangrz@ioz.ac.cn
收稿日期 Received：2008-11-05；接受日期 Accepted：2009-04-17

对诱剂和诱捕器均进行了大量研究，同时《国际植物保护公约（The International Plant Protection Convention，IPPC）》正在着手修订《国际植物检疫措施标准（International Standards for Phytosanitary Measures，ISPMs）》第 26 号中的相关内容（https://www.ippc.int）。我国是遭受实蝇危害和入侵威胁最为严重的国家之一，实蝇类害虫也是限制我国相关农产品出口的重要因素，2007 年 5 月 29 日发布的《中华人民共和国进境植物检疫性有害生物名录》（中华人民共和国农业部，2007）中规定的我国禁止进境的检疫性实蝇科昆虫，包括：按实蝇属 *Anastrepha* Schiner、果实蝇属 *Bactrocera* Macquart 和小条实蝇属 *Ceratitis* Macleay 的全部种类，寡鬃实蝇属 *Dacus* spp. 和绕实蝇属 *Rhagoletis* spp. 的非中国种（non-Chinese species），以及枣实蝇 *Carpomya vesuviana* Costa 、欧非枣实蝇 *C. incompleta*（Becker）、桔实锤腹实蝇 *Monacrostichus citricola* Bezzi、甜瓜迷实蝇 *Myopardalis pardalina*（Bigot）和番木瓜长尾实蝇 *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker。因此，我国在有关水果非疫区建设中使用诱剂和诱捕器进行监测、调查和防治中应尽量使用国际认可的方法，同时也需要将我国发明创造的新方法或者适合我国国情的科学方法及时介绍给国际上相关国家和组织，以达到广泛认可。国际原子能机构（International Atomic Energy Agency，IAEA）作为联合国粮农组织（FAO）的世界实蝇控制技术应用的代表机构，于 2003 年和 2007 年分别出版了《区域实蝇诱捕技术手册（Trapping Guidelines for Area-wide Fruit Fly Programmes）》和《实蝇诱剂改良及其在实蝇综合防治中的应用（Development of Improved Attractants and Their Integration into Fruit fly SIT Management Programmes）》，综合了国际最新的研究成果，许多内容将被即将修订的国际植物检疫措施标准第 26 号《实蝇非疫区建设（Establishment of Pest Free Areas for Fruit Fly）》所采用。本文就国际上普遍认可和采用以及我国研发和使用的实蝇监测诱剂和诱捕器进行了综述。

1 诱剂

随着国际实蝇属种类分布的变化（如许多地方作为外来物种被记录并造成危害）以及相关水果非疫区建设的需要，许多新的研究成果被广泛应用。特别是我国调整禁止进境有害生物名单，相关技术需求越来越高。张钧（1991）对按实蝇属、果实蝇属、小条实蝇属、寡鬃实蝇属和绕实蝇属的部分种类的诱剂和诱捕器进行了介绍，汪兴鉴（1995）对上述 5 属诱剂情况进行了补充，同时介绍了有关种类、寄主植物和分布等情况，但都没有涉及 *Myopardalis* 和 *Toxotrypana* 两个属的情况，所说明的种类也比较少。根据国际原子能机构建议以及《国际植物检疫措施标准》第 26 号《实蝇非疫区建设》所采用的实蝇诱剂（IAEA，2003，2007）进行统计，主要有：蛋白质诱剂（protein attractants，PA）、甲基丁香酚（methyl eugenol，ME）、诱蝇酮（cuelure，CUE）、乙酸铵诱剂（ammonium acetate，AA）、乙酸铵盐诱剂（ammonium salts，AS）、乙腐诱剂（乙酸铵和腐胺 putrescine 的混合物，AP）、乙腐胺诱剂［乙酸铵、腐胺和三甲胺（trimethylamine，APT）］、乙胺诱剂（乙酸铵和三甲胺，AT）、TML 诱剂（trimedlure，TML）、己酸丁酯诱剂（butyl hexanoate，BuH）和吡嗪诱剂（2-methyl-vinyl-pyrazine，MVP）。这些诱剂及所作用的实蝇种类见表 1。

我国在实蝇诱剂方面开展了很多研究。目前，国内已有广东昆虫研究所生产 98% 诱蝇谜、仲恺农学院橘小实蝇课题组研制的果蝇性引诱剂、江苏常州市禾丰生化研究所生产的诱蝇醚性诱剂、上海飞驰高科技有限公司研制的果蝇乐诱剂、台湾生产的雌雄双杀物理诱粘剂“稳粘”等。何衍彪等（2006）采用广东省昆虫研究所提供的 ME 对南亚热带作物研究所（位于湛江市郊）的芒果、杨桃、番荔枝、番石榴 4 种热带水果橘小实蝇成虫年发生动态进行过调查；李云明等（2008）研究报道了 98% 诱蝇谜（广东昆虫研究所生产）诱杀橘小实蝇 *Bactrocera dorsalis*（雄）成虫效果。广西职业技术学院欧善生等（2008）比较了仲恺农学院橘小实蝇课题组研制的果实蝇性引诱剂配合蜜糖、酒和米醋等不同配比对橘小实蝇的引诱效果，认为果实蝇性引诱剂添加蜜糖后形成的混配剂对果实蝇成虫的诱杀效果最好，是一种既经济又增效的复配型引诱剂；在果实蝇性引诱剂中添加酒、醋后也能提高诱杀效果；而在没有果实蝇性引诱剂的作用下，糖醋酒 3 种混合液对果实蝇诱杀效果极低，可视为一种无效的引诱剂。陈群航等（2006）报道，由江苏常州市禾丰生化研究所提供的性诱剂，对瓜实蝇 *B. cucurbitae* 雄成虫具有很强的引诱活性，选用整支扎针孔诱芯、0 号柴油和用普通矿泉水瓶制作的诱捕器诱捕效果较好，在福州市新店及厦门市同安两个菜区进行诱捕试验，

表 1　实蝇诱剂及有效作用种类

Table 1 Attractants for fruit flies and their target species

引诱剂 Attractants	作用种类 Target species	参考文献 References
PA	*Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *A. ludens* (Loew), *A. obliqua* (Macquart), *A. striata* (Schiner), *A. suspensa* (Loew), *Bactrocera latifrons* (Hendel), *B. tsuneonis* (Miyake), *B. minax* (Enderlein), *B. oleae* (Gmelin), *Ceratitis cosyra* (Walker), *C. rosa* (Karsh), *Dacus ciliatus* (Loew), *Myopardalis pardalina* (Bigot)	Wijesuriya and DeLima, 1995; Heath *et al*., 2004; Holler *et al*., 2006; Robacker and Czokajlo, 2006; IAEA, 2007; Martinez *et al*., 2007
ME	*Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock), *B. caryeae* (Kapoor), *B. correcta* (Bezzi), *B. dorsalis* (Hendel), *B. invadens* (Drew, Tsuruta & White), *B. kandiensis* (Drew & Hancock), *B. occipitalis* (Bezzi), *B. papayae* (Drew & Hancock), *B. philippinensis* (Drew & Hancock), *B. umbrosa* (Fabricius), *B. zonata* (Saunders), *Carpomya vesuviana* Costa, *C. incompleta* (Becker)	Heath *et al*., 2004; Robacker and Czokajlo, 2006; IAEA, 2007
CUE	*Bactrocera cucurbitae* (Coquillet), *B. cucumis* (French), *B. tryoni* (Froggatt), *B. tau* (Walker)	Heath *et al*., 2004; IAEA, 2007
AA	*Bactrocera cucurbitae* (Coquillet), *B. zonata* (Saunders), *Dacus ciliatus* (Loew)	Heath *et al*., 2004; IAEA, 2007
AS	*Rhagoletis cerasi* (Linnaeus), *R. pomonella* (Walsh)	IAEA, 2007
BuH	*Rhagoletis cerasi* (Linnaeus), *R. pomonella* (Walsh)	IAEA, 2007
AP*	*Anastrepha ludens* (Loew), *A. striata* (Schiner), *A. suspensa* (Loew)	Holler *et al*., 2006; Martinez *et al*., 2007; IAEA, 2007
APT*	*Bactrocera zonata* (Saunders), *B. invadens* (Drew, Tsuruta & White), *B. cucurbitae* (Croquillet), *Ceratitis capitata* (Wiedemann), *C. cosyra* (Walker), *Dacus ciliatus* (Loew)	Wijesuriya and DeLima, 1995; Heath *et al*., 2004; IAEA, 2007
AT*	*Ceratitis capitata* (Wiedemann), *C. cosyra* (Walker)	Wijesuriya and DeLima, 1995; IAEA, 2007
TML	*Ceratitis capitata* (Wiedemann), *C. rosa* (Karsh)	Wijesuriya and DeLima, 1995; IAEA, 2007
MVP	*Toxotrypana curvicauda* (Gerstaecker)	IAEA, 2007

* 主要用于诱捕雌性 Mainly for trapping female.

15 d 防治效果分别为 73.33% 和 69.11%，持效期达 100 d，引诱范围达 15 m，30 d 的防效分别为 87.33% 和 81.31%。张清源等(2003)报道，由上海飞驰高科技有限公司研制的果蝇乐诱剂，是由多种中草药配制的粉末状新诱剂，该诱剂对实蝇尤其橘小实蝇雄性成虫有较强的引诱力，且药效持久，可长达半年以上。该研究认为，设在同一地点，目前公认的对橘小实蝇有特效引诱作用的 ME 同期也只诱到 2 头，且果蝇乐诱剂诱到的时间(6 月 15 日)早于 ME (7 月 2 日)。说明果蝇乐诱剂对橘小实蝇很敏感，具有很强的引诱力。广东省汕头市澄海区植物保护站王少清(2007)等使用台湾生产的雌雄双杀物理诱粘剂“稳粘”，在杨桃园进行的研究表明，“稳粘”诱杀果实蝇效果比广东省昆虫研究所生产的性诱剂诱蝇醚好，5 d 累计每瓶平均诱杀果实蝇 107.25 头，是诱蝇醚的 8.25 倍。

另外，我国在实蝇诱剂改进与创新方面，也有一些报道。福建省厦门市集美区农业局植保站研究了不同毒饵及性诱剂不同使用方法对橘小实蝇的诱杀效果，自制的最好的引诱剂(番石榴汁 + 白酒 + 蜂蜜 + 水)也仅达到使用实蝇引诱剂诱虫量的 5.1%(作者并未提供该实蝇引诱剂的成分，仅说明是厦门火炬园提供)(温炳杰，2005)。庄剑隆(2006)报道了分别以 3 种果泥、4 种人工合成水果味香精、发酵面粉、蜂蜜、ME、月罗香植物粗提取液为引诱物，测定 11 种引诱物对橘小实蝇的田间引诱能力。发现香蕉果泥具有极强的引诱能力，诱虫数达到 354 只，雌雄比达 1∶1；发酵面粉具有较好的诱雌性，诱虫总量达 287 只，雌雄比为 8∶1；ME 具有最强的诱雄能力，共引诱了 763 头橘小实蝇；月罗香粗提取液引诱了 429 头橘小实蝇雄虫，具有较强的引诱力。广东省昆虫研究所吴华等(2004)报道，香茅油、甜橙香精和 ME 按 2.5∶47.5∶50 比例混配时引诱效果最好，引到雌虫占总虫数为

5.36%，与单剂 ME 引到的总虫数无显著差异。吴华等(2006)报道了 CUE 改良剂对瓜实蝇的诱集效果，发现丁酸乙酯(ethyl butyrate)与 CUE 以 3∶97 混配的引诱剂所诱集的总虫数是单剂 CUE 所诱集的2.1 倍，显示了丁酸乙酯对 CUE 良好的增效作用。

2 诱捕器

国际上常用实蝇诱捕器有 3 类:(1)干燥型诱捕器，即:实蝇被粘性的板子粘住或被一种化学药剂杀死，主要有 Cook and Cunningham (C & C)，ChamP，Jackson/Delta，Lynfield，Open Bottom Dry Trap (OBDT)/Phase IV，Red Sphere，SensusTrap，Steiner 和 Yellow Panel/Rebell 等种类的诱捕器;(2)湿型诱捕器，即:实蝇在诱剂或表面活性剂水溶液中被淹死，例如 McPhail 诱捕器;(3)干湿综合型诱捕器，既可以作干燥型诱捕器又可以作湿润型诱捕器使用，使用最为广泛的有 Easy Trap，Multilure Trap 和 Tephri Trap 等。各类诱捕器的构造描述、使用方法以及适合的实蝇种类见表 2。

我国在实蝇诱捕过程中，制作了许多种类的诱捕器，代表性的就是利用矿泉水瓶或可乐瓶进行改造，包括以下种类:(1)何衍彪等(2006)利用 ME 调查芒果、杨桃、番荔枝、番石榴 4 种热带水果的橘小实蝇成虫年发生动态时，利用饮料瓶(1.25 L)作为诱虫瓶，在其底部约 6 cm 处，对称剪开 2 个约 4 cm × 2.5 cm 的小洞，铁线扎通瓶盖并将铁线穿入瓶中至开洞水平处，然后将瓶内铁线末端捆绑一个 8 cm × 2 cm纤维板即可制成诱捕器。(2)徐洁莲等(2004b)在防治橘小实蝇时，诱捕器使用 600 mL 或 1 250 mL 矿泉水瓶改装而成。其自制的简易诱捕器两种(一为透明的矿泉水瓶，一为表面贴有黄色粘胶纸的矿泉水瓶)与经典的斯坦耐尔(Steiner)诱捕器效果相当(徐洁莲等，2004a)。(3)广西柳州市双虹塑料工业有限公司出品的“永康”牌果蝇诱捕器在杨桃橘小实蝇的诱捕中得到应用(梁家尧和李凯声，2007)。

3 讨论与展望

3.1 科学研发新型实蝇诱剂前景广阔

国际上无论是在实蝇的诱剂研制方面，还是在诱捕器的设计与制作方面，都不断有新发展。蛋白质类和生物型的诱剂(特别是利用实蝇的食物为基础)的研究成为主要发展方向(Heath *et al.*，2006；Robacker and Czokajlo，2006；Martinez *et al.*，2007)，这主要与人们热衷诱杀雌性实蝇而获得更好的防治效果有关。但这类诱剂的标准化、储藏以及释放等，都难以控制。我国发现的果实蝇诱剂添加蜜糖后形成的混配剂对果实蝇成虫的诱杀效果最好，是一种既经济又增效的复配型引诱剂(欧善生等，2008)；多种中草药配制的诱剂(张清源等，2003)对橘小实蝇雄性成虫有较强的引诱力，药效可长达半年以上。这些都有可能是一种很好的实蝇诱剂发展方向。吴华等(2004)报道，香茅油、甜橙香精和 ME 按 2.5∶47.5∶50 比例混配时引诱效果最好，引到雌虫占总虫数为 5.36%，与单剂 ME 引诱到的总虫数无显著差异。由此可知，适当混配两种引诱物，可发挥增效作用。混配的引诱剂能诱杀雌性橘小实蝇，对引诱剂的改良有探讨意义。

3.2 我国自行设计的诱捕器尚需标准化

诱剂释放可控型诱捕器(Leonhardt *et al.*，1994)、塑料诱捕器(Heath *et al.*，1995)等，均已成为规范性的诱捕器，被世界较多国家和地区采用。我国在大规模实蝇普查和调查时，也主要使用国际通用的诱剂和诱捕器。如:周立新等(1991)报道我国深圳在 1989 年和 1990 年在沙头角使用 CUE 首次诱捕到我国对外检疫性有害生物具条实蝇 *Dacus scutelalus* Hendel。范京安等(2003)1997 – 2001 年用 ME，CUE 和地中海实蝇引诱剂(trimedlure)3 种实蝇信息素和水解蛋白发现了黑颜果实蝇 *B. diaphora* (Coquillett) 和三点棍腹实蝇 *Dacus trimacula* (Wang) 为地区新记录种。陆永跃等(2006)认为，应用 ME 监测橘小实蝇雄成虫动态效果，采用分期分批、多次添加性引诱剂的方式，可消除因监测区域内所有诱瓶同一时间添加性引诱剂而造成的浓度突变所引起的成虫出现干扰性高峰，获得更准确的虫情监测结果。我国口岸全面部署检疫性实蝇的检测预警，也主要应用国际上普遍采用和认可的化学合成引诱剂 ME 监测橘小实蝇及其近缘种，用 CUE 监测瓜实蝇及近缘种，用地中海实蝇诱剂(TML)监测地中海实蝇及其近缘种，用 PA 监测按实蝇属、绕实蝇属及其他检疫性实蝇害虫。

在我国，各式各样的诱捕器层出不穷，但由于标准不统一，用量少并仅局限于国内，得不到国际认可，也就难以列入国际标准建议使用的诱捕器类型。我国很多地方自制的诱捕器无论在实蝇监测，还是在实蝇防治上，都取得了不错的结果，我们的

结果不能得到国际认可，其理由往往是诱剂和诱捕器不标准。另外，在我们的研究以及研究结果的公开上也存在一些问题，国际上很多研究报道可以找到同一标准生产的诱捕器，而我国报道的诱捕器基本上是单个研究者或者生产者自行设计制作的，缺少标准化。

表 2　实蝇诱捕器及有效作用种类(IAEA，2003)

Table 2 Traps for fruit flies and their target species (IAEA，2003)

诱捕器* Trap	基本描述 Structure description	实蝇种类 Fly species	使用方法 Use method
Cook and Cunningham (C&C) Trap	由3个可以移动的乳白色面板组成，诱捕部分由含有嗅觉引诱物的聚合板做成，并放置在两个外层板的中间。所有材料用夹子夹住，并用线悬挂在树冠中。	*Ceratitis capitata*	聚合板向着控制释放诱剂(TML)用量的方向发展。此诱捕器也用来检测和观察较低种群数量的实蝇入侵，并且根据天气情况的不同，诱剂可以持续几个月的时间。
Champ Trap	由两个多孔粘性板组成的中空、黄色面板构成，当两个面板折叠时，诱捕器是个矩形(18 cm×15 cm)，在中空部分添加引诱剂，用顶部的悬线可以将其放置在树枝上。	*Bactrocera oleae* *Ceratitis capitata*	使用10.2 cm×10.2 cm聚合板(比在C&C诱捕器中的尺寸小)，装有4 g TML，诱剂低剂量释放使用4～6周，高剂量释放2周。黄色的引诱板灵敏度很高，经常被用在根除检查中。
Jackson Trap (JT)／Delta Trap	中空、三角形，由白色蜡质纸板制成。高8 cm，长12.5 cm，宽9 cm。附加部分有一个白色或黄色矩形插入式蜡纸板，覆有一薄层粘性物质，当实蝇停落在诱捕器内时用来诱捕实蝇。	*Bactrocera* spp. *Ceratitis* spp. *Dacus* spp.	可使用的诱剂有TML，ME和CUE，是商业上可见的最经济的一种诱捕器，便于携带、处理和维护。
Lynfield Trap (LT)	是一个高11.5 cm，底部直径10 cm的圆柱型透明容器，并配有可拆卸的直径9 cm的螺旋盖子。围绕诱捕器的体壁有4个平行的进入孔。	*Bactrocera* spp. *Ceratitis* spp.	诱剂诱捕到实蝇后，由杀虫剂将其杀死。使用不同的诱剂经常搭配不同颜色的螺旋盖子，用一个从盖子的上部旋入的2.5 cm的螺旋吊钩固定引诱物。
Open Bottom Dry Trap／Phase IV Trap	由不透明的绿色塑料或绿色蜡衣纸板制作而成圆柱形诱捕器，圆柱体壁中部均匀分布3个孔，底部开口，有一个粘性的内插物。在顶部有一根线绳用于在树枝上悬挂诱捕器。	*Ceratitis capitata*	基于食料的化学合成诱剂可以诱捕雄性和雌性实蝇。用于吸引雌虫的合成诱剂被附着在圆柱体内壁上。
Red Sphere Trap	一个直径8 cm的红色球体，是仿照成熟苹果的大小和形状制作的。体表覆有粘性物质和具有成熟苹果气味的合成己酸丁基的诱剂。在球体顶部有一根线绳用于在树枝上悬挂诱捕器。	*Rhagoletis pomonella*	此诱捕器可以不添加诱饵使用，但是添加诱饵后更有效。通常诱捕性成熟和将要产卵的实蝇。
Sensus Trap	由一个高12.5 cm，直径11.5 cm的塑料桶组成。桶身是透明的，并有一个蓝色的盖子，在其顶部有个孔，用于穿过线绳在树枝上悬挂诱捕器。	*Ceratitis capitata* *C. rosa*	使用诱雄专一信息素，或使用干型合成食料诱剂来捕捉雌虫。在盖子顶部有个敌敌畏堵塞物用来杀死实蝇。
Steiner Trap	一个两端开口，水平放置的，透明的塑料圆柱体。通常长14.5 cm，直径11 cm，其他类型的Steiner诱捕器长12 cm，直径10 cm和长14 cm，直径8.5 cm。在顶部有一根线绳用于在树枝上悬挂诱捕器。	*Ceratitis capitata* *Bactrocera* spp. *Dacus* spp.	使用诱雄专一诱剂TML，ME和CUE，引诱物悬挂在诱捕器的内部中央位置。引诱物可以是浸有2～3 mL诱雄信息素或诱剂和杀虫剂混合物的棉芯。

续表 2 Table 2 continued

诱捕器* Trap	基本描述 Structure description	实蝇种类 Fly species	使用方法 Use method
Yellow Panel / Rebell Trap	Yellow Panel 由一个覆有塑料的黄色矩形板(23 cm×14 cm)制成，Rebell 诱捕器是一个三维的 Yellow Panel 诱捕器，黄色塑料(聚丙烯)矩形板(15 cm×20 cm)使诱捕器特别耐用。	*Ceratitis* spp. *Rhagoletis* spp *Bactrocera oleae*	可单独作为可视诱捕器，以 TML、螺缩酮或铵盐(醋酸铵)为诱饵。建议在需要高敏感度诱捕器的根除后阶段和实蝇非疫区中使用。在大量释放不育实蝇的地区不宜使用此诱捕器，因为会捕捉到大量释放的实蝇。
McPhail (McP) Trap	一个透明的玻璃的或塑料的梨形容器，可容 500 mL 溶液。诱捕部分包括密封诱捕器上部的一个橡胶塞或塑料盖子和将诱捕器悬挂在树枝上的线绳。	所有实蝇	使用基于水溶蛋白或圆酵母/硼砂片的液体取食诱剂。用水溶蛋白质做诱饵时，将蛋白水溶剂和硼砂混合在水中，得到 5%(9% 浓度的水溶蛋白液和 3% 浓度的硼砂。用圆酵母作诱饵时，将 3~5 片圆酵母混合在 500 mL 水中。
Easy Trap	由一个占总长 2/3 的矩形塑料容器和一个嵌入式的悬架组成，可以容纳 400 mL 液体。前面的部分是透明的，后面是黄色的，这样的构造可以提高诱虫能力。对使用诱雄信息素和取食引诱物效果较好。	所有实蝇	可以使用诱雄信息素(例如 TML，CUE，ME)的诱饵或合成食物引诱物(例如双组分和三组分引诱物)和保持剂如敌敌畏。也可以使用有液体蛋白引诱剂的湿型诱饵 400 mL 混合液。
Multilure Trap	McPhail 诱捕器的一种，能容纳 750 mL 液体。透明的顶部与黄色的底部对比，有助于提高诱捕器诱虫能力。在顶部有一根线绳用于在树枝上悬挂诱捕器。	所有实蝇	使用原理与 McP. 诱捕器相同。使用干型合成引诱剂的 MLT 诱捕器比使用液体蛋白质诱剂的 MLT 或 McP 更有效。另一个不同之处是使用干型合成诱剂的 MLT 诱捕器更需要经常维护清洁，并且不象 Mcp 诱捕器那样劳动密集型。
Tephri Trap	一个垂直的圆柱体，可容纳 450 mL 液体。底部黄色，透明的顶部可以拆卸方便维护。底部有嵌入的开口，顶部内有个固定诱剂的平台。在顶部有一根线绳用于在树枝上悬挂诱捕器。	*Bactrocera oleae* *Ceratitis capitata* *Rhagoletis cerasi*	使用水溶性蛋白质，此外也可以象玻璃 McP 诱捕器使用其他液体蛋白质诱剂，或干燥的合成食料引诱物和一个 TML 塞，或象 JT/Delta 和 Yellow panel 诱捕器使用的溶液。

* 诱捕器的图片和悬挂方法可参考 IAEA(2003) Refer IAEA (2003) for trap pictures and their use method.

3.3 实蝇诱捕效果受综合因素影响

正确研发实蝇诱剂，应该注意与实蝇类害虫对寄主的选择特性相结合(张淑颖等，2006)，这种选择性包括物理选择(颜色、部位和方向、成熟度等)、化学选择(取食选择和产卵选择)、生物选择(品种与种类、地理适应、实蝇的记忆性、细菌选择)和综合因素等，正确配置引诱剂需要考虑到引诱剂浓度及配比、引诱剂 pH 值等，如橘大实蝇 *B. minax* 发生区用砂糖 2 份、黄酒、醋和甜橙汁各 1 份，水 10 份混合后盛于诱捕器内，离口上方 3 cm 处用塑料薄膜作防雨盖，挂于柑桔园行间，每隔 10~20 m 挂一个诱捕器，离地面高约 60 cm，15 d 换引诱剂 1 次，可诱到大量成虫。在橘小实蝇高峰期，每公顷用配制好的诱捕器 45~60 个，挂于柑桔树离地约 1.5 m 处诱杀雄成虫，每隔 15 d 于诱捕器内的药棉中加入 1.5~2 mL 性诱杀药(或迷蝇香)，这样只要雄成虫一出土就会被诱杀，而很少有机会去交配繁衍后代。张淑颖等(2006)认为，研究与利用实蝇对寄主的选择机制，合理设计诱捕器，包括其形状、颜色、大小；正确配制引诱剂，根据不同实蝇对不同化学物质的选择偏好，选择合适的试剂、浓度、配比，对有效防治实蝇有重要的现实意义，可以节省人力、物力、财力。利用塑料瓶、铁丝可制作诱捕器。诱捕器内的诱芯，目前一般采用高密度海绵、纤维板、棉芯或压实的小棉团等作为释放载体。若是 500~600 mL 的水瓶(以黄色为最佳)，开口宜 4 cm×2.5 cm 左右，若 2 L 的塑料瓶可开口 5 cm×3 cm 左右，但两边的开口必须上下错开，以免实蝇

从这边进又直接从另一边出来而降低杀灭效果。

3.4　我国研发实蝇诱剂和诱捕器的展望

展望未来，首先，在建设外向型水果非疫区的实蝇监测中，应尽量使用国际认可的诱剂和诱芯，做到与国际接轨以尽快促进我国优势农产品顺利进入国际市场；其次，在研发我国自主知识产权的诱剂和诱捕器的时候，尽量做到标准化并及时申请专利保护；第三，技术研发机构与企业密切合作，把我国重要的诱剂和诱捕器进行标准化商品生产，无论从科学报告的发表以及产品的销售，都要能够让国际组织和国外有关应用部门易于找到并能够随时联系使用；第四，使用已有实蝇诱剂并配合适合的诱捕器，在全国范围对我国检疫性实蝇进行全面监测，对新发现的危险种类进行及早控制，如枣实蝇（张润志等，2007）；第五，与国际组织 FAO/IAEA 等密切合作，充分利用国际上已有的实蝇辐射不育技术结合诱杀技术，加快我国与实蝇类害虫密切相关的水果非疫区建设。

参 考 文 献（References）

Chen QH, Chen R, Nie DY, Wang KQ, 2005. Occurrence of *Dacus cuburbitae* Coquillett and the lure techniques. *Plant Protection*, 31(6): 63－65.［陈群航，陈仁，聂德毅，王坤泉，2005. 瓜实蝇发生危害及诱捕技术. 植物保护，31(6): 63－65］

Fan JA, He TJ, He WX, Long WD, Zhu J, Hu XQ, 2003. Studies on the occurrence and geographical distribution of fruit flies infecting fruits and vegetables inspected with lure in Sichuan. *Southwest China Journal of Agricultural Science*, 16(2): 70－73.［范京安，何天江，何万兴，龙卫东，朱军，胡晓琼，2003. 诱剂监测四川果蔬实蝇种类发生与生态地理分布. 西南农业学报，16(2): 70－73］

He YB, Zhan RL, Zhao YL, Lu YY, 2006. Occurrence and control of *Bactrocera dorsalis* on four tropical fruits. *Chinese J. Trop. Crops*, 27(3): 77－80.［何衍彪，詹儒林，赵艳龙，陆永跃，2006. 几种热带水果橘小实蝇的发生与防治. 热带作物学报，27(3): 77－80］

Heath RH, Epsky ND, Guzman A, Dueben BD, Manukian A, Meyer WL, 1995. Development of a dry plastic insect trap with food-based synthetic attractant for the Mediterranean and the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.*, 88: 1 307－1 315.

Heath RH, Epsky ND, Midgarden D, Katsoyanos BI, 2004. Efficacy of 1,4-diaminobutane (putrescine) in a food-based synthetic attractant for capture of Mediterranean and Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.*, 97(3): 1 126－1 131.

Holler T, Sivinski J, Jenkins C, Fraser S, 2006. A comparison of yeast hydrolysate and synthetic food attractants for capture of *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, 89(3): 419－420.

IAEA, 2003. Trapping Guidelines for Area-wide Fruit Fly Programmes. Joint FAO/IAEA Division, Vienna, Austria. 47 pp.

IAEA, 2007. Development of Improved Attractants and Their Integration into Fruit Fly SIT Management Programmes. Final Report of A Coordinated Research Programme 2000－2005. IAEA-TECDOC-1574. 230 pp.

Leonhardt BA, Cunningham RT, Chambers DL, Avery JW, Harte EM, 1994. Controlled-release panel traps for the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.*, 87: 1 217－1 223.

Li YM, Gu YQ, Xiang SY, Fang BS, 2008. A preliminary experimental report of 98% methyl eugenol on trapping *Bactrocera dorsalis*. *Anhui Agriculture*, (8): 73－79.［李云明，顾云琴，项顺尧，方斌善，2008. 98%诱蝇谜诱杀柑橘小实蝇(雄)成虫效果试验初报. 现代农业科技，(8): 73－79］

Liang JY, Li KS, 2007. Effect test of *Drosophila* trap trapping *Bactrocera dorsalis*. *Guangxi Plant Protection*, 20(1): 12－14.［梁家尧，李凯声，2007. 果蝇诱捕器诱捕杨桃橘小实蝇的效果观察. 广西植保，20(1): 12－14］

Lu YY, Zeng L, Liang GW, Lin JT, Yu X, Xu YJ, 2006. Improvement of the monitoring technique of Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*, males by sex attractant. *Chinese Bulletin of Entomology*, 43(1): 123－126.［陆永跃，曾玲，梁广文，林进添，于鑫，许益镌，2006. 对性引诱剂监测橘小实蝇雄成虫技术的改进. 昆虫知识，43(1): 123－126］

Martinez AJ, Salinas EJ, Rendon P, 2007. Capture of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) with multilure traps and biolure attractants in Guatemala. *Florida Entomologist*, 90(1): 258－263.

Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, 2007. The Bulletin of Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, No. 826, May 29th, 2007.［中华人民共和国农业部，2007. 中华人民共和国农业部公告，第 862 号，2007 年 5 月 29 日］

Ou SS, Xie YJ, Tan LH, Liang P, Huang YH, 2008. Trapping effects of different attractants on *Bactrocera dorsali*. *Guangxi Agricultural Sciences*, 39(1): 40－42.［欧善生，谢彦洁，覃连红，梁萍，黄艳花，2008. 不同引诱剂对果实蝇诱杀效果对比试验. 广西农业科学，39(1): 40－42］

Robacker DC, Czokajlo D, 2006. Effect of propylene glycol antifreeze on captures of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) in traps baited with biolure and AFF lures. *Florida Entomologist*, 89(2): 286－287.

Thomas DB, 2003. Nontarget insects captured in fruit fly (Diptera: Tephritidae) surveillance traps. *J. Econ. Entomol.*, 96(6): 1 732－1 737.

Wang SQ, Cai SQ, Zhang QJ, Li ZS, Chen YC, Cai YZ, 2007. Trapping test of "Wenzhan" on *Bactrocera*. *South China Fruits*, 36(4): 46－47.［王少清，蔡松钦，张庆江，李镇生，陈奕聪，蔡岳钊，2007. 引诱剂"稳粘"诱杀果实蝇试验. 中国南方果树，36(4): 46－47］

Wang XJ, 1995. Summary of the pest vegetable-fruit *Bactrocera* (Diptera: Tephritidae). *Plant Quarantine*, 9(1): 20－30.［汪兴鉴，1995. 重要果蔬类有害实蝇概论(双翅目:实蝇科). 植物检

疫, 9(1): 20 – 30]

Wen BJ, 2005. Capture effects of *Dacus dorsalis* with deferent baits and deferent methods of sexual attractants. *South China Fruits*. 34(4): 15 – 17. [温炳杰, 2005. 不同毒饵及性诱剂不同使用方法对桔小实蝇的诱杀效果试验. 中国南方果树, 34(4): 15 – 17]

Wijesuriya SR, DeLima CPF, 1995. Comparison of two types of traps and lure dispensers for *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *J. Aust. Ent. Soc.*, 34: 273 – 275.

Wu H, Huang H, Ou JF, Han SC, Xu JL, 2006. Preliminary study of attraction effect of cuelure improver on *Bactrocera cucurbitae* Coquillet. *Guangdong Agricultural Sciences*, (19): 56 – 57. [吴华, 黄鸿, 欧剑峰, 韩诗畴, 徐洁莲, 2006. 诱蝇酮改良剂对瓜实蝇的诱集效果试验初报. 广东农业科学, (19): 56 – 57]

Wu H, Huang H, Ou JF, Tang FY, Han SC, XU JL, 2004. Improving efficacy of attractants for *Dacus dorsalis*. *Chinese Journal of Pesticide*, 43(5): 224 – 225. [吴华, 黄鸿, 欧剑峰, 唐飞燕, 韩诗畴, 徐洁莲, 2004. 橘小实蝇引诱剂改良之探讨. 农药, 43(5): 224 – 225]

Xu JL, Han SC, Ou JF, Huang H, Wu H, 2004a. Effect of different traps and baits on *Bactrocera dorsal*. *South China Fruits*, 33(4):13 – 16. [徐洁莲, 韩诗畴, 欧剑峰, 黄鸿, 吴华, 2004a. 不同诱捕器与诱芯对橘小实蝇的诱杀效果. 中国南方果树, 33(4): 13 – 16]

Xu JL, Ou JF, Han SC, Huang H, Wu H, 2004b. The integrated control of *Bactrocera dorsalis* in carabola orchard: Evaluation of the attractant. *Natural Enemies of Insects*, 26(4): 145 – 149. [徐洁莲, 欧剑峰, 韩诗畴, 黄鸿, 吴华, 2004b. 引诱剂在综合防治橘小实蝇作用中的评估. 昆虫天敌, 26(4): 145 – 149]

Zhang J, 1991. Effect of attractants on *Bactrocera dorsali*. *Plant Quarantine*, 5(6): 401 – 404. [张钧, 1991. 引诱剂对实蝇类害虫的诱捕效果. 植物检疫, 5(6): 401 – 404]

Zhang QY, Ruan LY, Liu SG, Ye ZQ, Li ZQ, Wang JJ, Zhang DB, Kang YZ, 2003. The test on the activity of Guoyingle. *Plant Quarantine*, 17(2): 79 – 80. [张清源, 阮丽玉, 刘顺国, 叶正青, 李自强, 王建军, 张东斌, 康玉珠, 2003. 果蝇乐诱剂活性试验. 植物检疫, 17(2): 79 – 80]

Zhang RZ, Wang XJ, Adili S, 2007. Identification and precaution of the ber fruit fly, *Carpomya vesuviana*, a quarantine pest insect in China. *Chinese Bulletin of Entomology*, 44(6): 928 – 931. [张润志, 汪兴鉴, 阿地力・沙塔尔, 2007. 检疫性害虫枣实蝇的鉴定与入侵威胁. 昆虫知识, 44(6): 928 – 931]

Zhang SY, Xiao C, Sun Y, 2006. Host selection of insect pests in Trypetidae. *Acta Agriculture Jiangxi*, 18(5):92 – 95. [张淑颖, 肖春, 孙阳, 2006. 实蝇类害虫对寄主的选择. 江西农业学报, 18(5): 92 – 95]

Zhou LX, Chen MZ, 1991. For the first time on trapping *Bactrocera. scutellata* at Shenzhen port. *Animal and Plant Quarantine*, (2): 46 – 47. [周立新, 陈明忠, 1991. 深圳口岸首次诱捕的具条实蝇. 动植物检疫,(2): 46 – 47]

Zhuang JL, Lai DS, Huang Q, Wu ZQ, 2006. Evaluations of trap-effects of bait-materials on adults of *Bactrocera dorsalis*. *Entomological Journal of East China*, 15(2): 99 – 102. [庄剑隆, 赖洞森, 黄强, 吴珍泉, 2006. 几种物质对橘小实蝇的引诱力测定. 华东昆虫学报, 15(2): 99 – 102]

(责任编辑: 袁德成)